

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-267073

(P 2 0 0 1 - 2 6 7 0 7 3 A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード (参考)
H05B 33/12		H05B 33/12	C 3K007
			B 4K029
C23C 14/06		C23C 14/06	D 5C094
			K
G09F 9/30	365	G09F 9/30	Z
		審査請求 未請求 請求項の数 3	O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願2000-82200 (P 2000-82200)

(22) 出願日 平成12年3月23日 (2000.3.23)

(71) 出願人 000004352  
日本放送協会  
東京都渋谷区神南2丁目2番1号  
(72) 発明者 田中 功  
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放  
送協会 放送技術研究所内  
(72) 発明者 井上 陽司  
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放  
送協会 放送技術研究所内  
(74) 代理人 100059258  
弁理士 杉村 暁秀 (外2名)

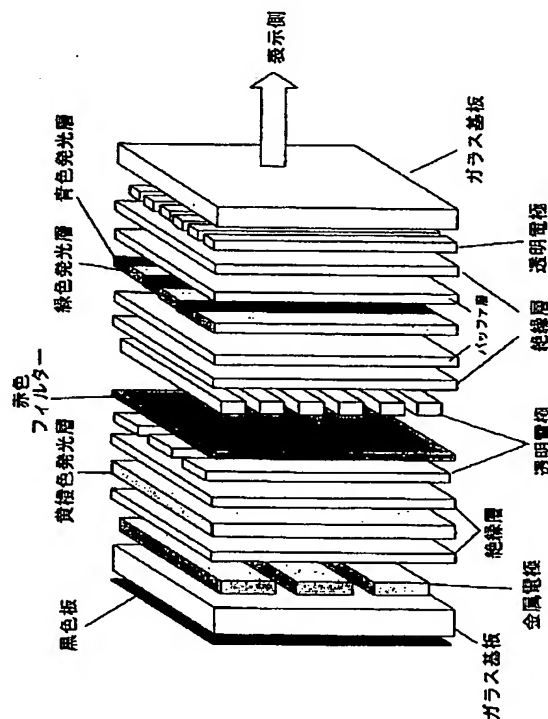
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フルカラー薄膜ELディスプレイパネル

(57) 【要約】

【課題】 従来、薄型でかつ高視認性のフルカラー薄膜ELディスプレイパネルは存在していなかった。

【解決手段】 それぞれが独立に駆動可能な青・緑色発光ELパネルと実質的な赤色発光ELパネルとを、画像表示側から前記青・緑色発光ELパネルおよび上記実質的な赤色発光ELパネルの順に積み重ね配置するとともに、それら両ELパネルの間に、赤色の色補正と電氣的絶縁の機能を有する赤色フィルムを介挿した構造のフルカラー薄膜ELディスプレイパネルを実現した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれが独立に駆動可能な青・緑色発光 EL パネルと実質的な赤色発光 EL パネルとを、画像表示側から前記青・緑色発光 EL パネルおよび前記実質的な赤色発光 EL パネルの順に積み重ね配置するとともに、それら両 EL パネルの間に、赤色の色補正と電氣的絶縁の機能を有する赤色フィルムを介挿してなることを特徴とするフルカラー薄膜 EL ディスプレイパネル。

【請求項 2】 請求項 1 記載のフルカラー薄膜 EL ディスプレイパネルにおいて、前記青・緑色発光 EL パネルを構成する EL 層は、RE が希土類元素を表すものとして、 $MA1, S, O: RE$  の組成式で表される材料を用いて形成するものとし、前記組成式において、前記 M で表される物質は、Ba, Ca および Sr からなる群から選択されたアルカリ土類元素または Zn であることを特徴とするフルカラー薄膜 EL ディスプレイパネル。

【請求項 3】 請求項 2 記載のフルカラー薄膜 EL ディスプレイパネルにおいて、前記希土類元素 RE は Eu または Ce であることを特徴とするフルカラー薄膜 EL ディスプレイパネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フルカラーの表示を行う薄膜エレクトロルミネッセンス (EL) ディスプレイパネルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】フルカラー薄膜 EL ディスプレイパネルを作製するには、赤色、緑色、青色を呈する EL 材料が必要である。しかし従来では、色純度が優れた高輝度の青色を発光する材料がなかった。代表的な青色発光材料として  $SrS:Ce$  があるが、SrS 自体に潮解性があり、完全な合成には  $1400^{\circ}C$  以上の加熱が必要であるため製造上の障害を生じる。さらに、その発光は青緑色のため色補正フィルターを用いなければならなかった。また、従来提案されている Color by white 方式は、ガラス基板上に金属電極 (下部電極) を設け、その上に白色発光層、さらに上部電極に ITO 透明電極を形成し、塗り分けられた赤、緑、青のカラーフィルターを装着することによって赤、緑、青の 3 原色光を得る方法である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】また、素子中の白色発光層として、青・緑発光を示す  $SrS:Ce$  と黄橙色発光を示す  $ZnS:Mn$  とを積層した薄膜を用いることも提案されている。(S.Tanaka, et al., "White Light Emitting Thin-Film Electroluminescent Devices with  $SrS:Ce, Cl/ZnS:Mn$  Double Phosphor Layers", Jpn. J. Appl. Phys. vol. 25, pp. L225-L227 (1986) 参照)。しかし、この場合、 $SrS:Ce$  からの青色成分には陰極線管 (CRT) と同程度の色純度を達成

するために必要な  $460\text{ nm}$  付近の発光成分が弱く、赤、緑、青の発光に対して要求輝度を満足することは困難である。

【0004】カナダの Westem 社は Color by white を改良した方式を提案している (D. Seale and X. Wu, "Full Colour Solid State EL Display", Proceedings of the Sixth International Display Workshops pp. 861-864 (1999) 参照)。この方式は、青色成分として  $SrS:Ce$  に青色のフィルターを装着した素子を用い、緑色と赤色成分として、 $ZnS:Mn$  よりも短波長の黄色発光を示す  $(Zn, Mg)S:Mn$  に緑と赤色のフィルターをそれぞれ装着した素子を用いるパネルであり、CRT や液晶表示デバイス (LCD) と同様に 2 次元マトリックス状に赤、緑、青の発光素子を並べている (平面配列法)。同社では、この方式で画面サイズ対角 8.5 インチ、画素数  $320 \times 240$  (QVGA) で  $150\text{ cd/m}^2$  以上の輝度のフルカラー EL ディスプレイパネルが試作されている。しかし、このディスプレイパネルは、同一走査線で異なる EL 特性をもつ発光材料を駆動するために発光開始電圧の調整が困難であることのほか、青色および緑色の色調が不十分で、フルカラーの再現範囲が狭いという問題点を有している。

【0005】また、解像度を向上させるために、青色 EL の基板と緑色と赤色 EL の基板とを組み合わせた二重基板構造をもつディスプレイパネルも試作されている

(A. Kato, et al., "An RGB 8-Color EL Display in a Stacked Panel Configuration Using Unfiltered  $SrS:Ce$ ", Proceedings of Asia Display '95 pp. 287-290 (1995) 参照)。この方法では、赤色発光を得るために赤・緑色発光パネル中の  $ZnS:Mn$  上だけに赤色フィルター顔料を塗布する工程が必要となる。また、2 枚のパネルをシリコンオイルで接着するため、パネル間の短絡事故が起こる可能性が大きいという問題点も生じる。

【0006】これらの発光材料に起因する問題点を改善するため、青色 EL 材料として (MS), (Al, S), :RE (ただし、M は Ca, Sr または Ba を示し、RE は希土類元素を示す) で表されるアルカリ土類チオアルミネートが提案され (特開平 8-134440 号参照)、最近では BaAl, S, :Eu の高輝度な青色 EL も報告されている (N. Miura, et al., "High-Luminance Blue-Emitting BaAl, S, :Eu Thin-Film Electroluminescent Devices", Jpn. J. Appl. Phys. vol. 38, pp. L1291-L1292 (1999) 参照)。しかし、これらの純粋な三元化合物の合成は、二元化合物を含みやすく再現性が低いため、工業的生産に採用するのは非常に難しい。

【0007】また、高輝度なフルカラー EL ディスプレイパネルを作製するためには、効率面、製造面から多くの色補正フィルターを使用することは好ましくない。特

に十分な輝度が得られていない青色発光成分に関しては、フィルターなしで表示できる高輝度の青色発光材料が必要である。

【0008】さらに、ディスプレイパネルの構造上の問題としては、上述した Color by white 方式で用いられているそれぞれ赤、緑、青の3種類のEL素子を同一平面上に配置する方式と比較して、1画素の面積上に赤、緑、青の3種類のEL素子を積層配置する方式(3層の積み重ね配置法)の方が、画素そのものが混合色で発光する点で、高解像度のディスプレイパネルを実現するのに適している。しかし、この積み重ね配置法は実用的な画素サイズと画素の密度とを考えると、視差による色分離が生じて視野角が制限されるという問題点がある。

【0009】本発明の目的は、上述した種々の問題点を解決し、薄型でかつ高視認性のフルカラー薄膜ELディスプレイパネルを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明フルカラー薄膜ELディスプレイパネルは、それぞれが独立に駆動可能な青・緑色発光ELパネルと実質的な赤色発光ELパネルとを、画像表示側から前記青・緑色発光ELパネルおよび前記実質的な赤色発光ELパネルの順に積み重ね配置するとともに、それら両ELパネルの間に、赤色の色補正と電気的絶縁の機能を有する赤色フィルムを介挿してなることを特徴とするものである。

【0011】また、本発明フルカラー薄膜ELディスプレイパネルは、前記青・緑色発光ELパネルを構成するEL層が、REが希土類元素を表すものとして、 $\text{MAI}$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{O}_2$  : REの組成式で表される材料を用いて形成するものとし、前記組成式において、前記Mで表される物質は、Ba、CaおよびSrからなる群から選択されたアルカリ土類元素またはZnであることを特徴とするものである。

【0012】また、本発明フルカラー薄膜ELディスプレイパネルは、前記希土類元素REがEuまたはCeであることを特徴とするものである。

【0013】

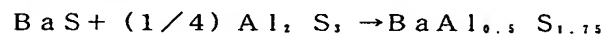
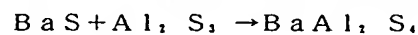
【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照し、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は、本発明フルカラー薄膜ELディスプレイパネルの一実施形態の構造を示している。上述したように、本発明による薄膜ELディスプレイパネルは、青・緑色発光ELパネルと実質的な赤色発光ELパネルの2層の積み重ね構造(二重基板方式とも言う)となっていて、図1において矢印で示す発光出力が生じる側からみて、最右端のガラス基板から横長の格子で示される透明電極までが青・緑色発光ELパネル(これを、上部パネルとも言う)、そして赤色フィルターから最左端の黒色板までが赤色発光ELパネル(これを、下部パネルとも言う)で

ある。

【0014】下部パネルには絶縁層( $\text{Ta}$ 、 $\text{O}_2$ )で挟んだ黄橙色(実質的な赤色)発光層( $\text{ZnS}:\text{Mn}$ )を用い、その表面(上部パネルのある側)に、完全な赤色発光を得るために赤色フィルター顔料を塗布した0.1mmの赤色フィルムを貼り付けた。この赤色フィルムには、同時に上部パネルとの絶縁性をとるために保護層としての役割ももたせた。また、上部パネルの素子構造としては、青・緑色発光層をバッファ層( $\text{ZnS}$ )で挟み、さらにその外側を絶縁層( $\text{Ta}$ 、 $\text{O}_2$ )で挟んだ二重絶縁構造であり、透明電極にはITOを用いた。以上の発光層、バッファ層、絶縁層は電子ビーム蒸着法により成膜した。

【0015】図2は、上部パネルの青・緑色発光層(EL素子)の作製状況を概念的に示している。薄膜の作成は、図2に示すように、真空成膜室内で10keV程度のエネルギーの電子ビームをターゲットに当て、ターゲットのみを直接加熱して蒸着粒子を作り蒸着を行う。ドープバントとして、希土類元素のユーロビウムEuを用いた。構成元素の組成比を調整するために、出発材料となるBaS:EuとAl、S<sub>2</sub>に電子ビームを交互に照射し、その照射時間の調整を行った。この方法によれば、電子ビームが出発材料に連続的に照射されることがないので、硫黄Sなど非常に蒸気圧の高い材料も制御して蒸着することができる。

【0016】真空成膜室内での化学反応



から分かるように、この方法によれば、電子ビームを照射する時間を調整して、母体材料としてさまざまな組成のBaAl、S<sub>2</sub>、バリウムチオアルミネートを作製することができる。

【0017】ここでは、青色と緑色の発光層を平面上の位置に応じて塗り分ける(図1参照)のために、マスクを用いて青色発光層を成膜した後、基板面上のマスクを移動して緑色発光層を成膜した。その際、基板温度は150℃とした。その後、成膜した発光層は、上部パネルのバッファ層( $\text{ZnS}$ )でコーティングした後、 $\text{Ar} + \text{O}_2$  雰囲気中で熱処理を行い、硫黄Sへの酸素置換量を調整した。その後、900℃で2分間の熱処理を行うことにより、青色EL材料BaAl、S<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> : Eu蛍光体薄膜と緑色EL材料BaAl<sub>0.25</sub>、S<sub>1.75</sub>、O<sub>0.25</sub> : Eu薄膜を作製した。

【0018】下部パネルの発光層は、 $\text{Ar} + \text{O}_2$  雰囲気中600℃で熱処理を行った。本発明では、上部パネルと下部パネルとに分離した構造を有しているので、上部パネルと下部パネルとで相互に独立した駆動を行うことができる。これに加えて、上部パネルと下部パネルとで大きく異なる熱処理温度のEL素子を作製することが可能で、それぞれ熱処理などの最適成膜条件を見つけるこ

とができる。さらに、下部パネルにおいては、面全体を赤色成分としているので、従来の Color by white 方式において必要であったフィルターの赤、緑、青の塗り分けが不要となる。これは、製造上の工程を大変簡略化することにつながる。

【0019】図3は、 $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  薄膜（青）、 $BaAl_{10}Si_2O_{15}:Eu$  薄膜（緑）および赤色フィルターを装着した  $ZnS:Mn$  薄膜

（赤）の発光スペクトルをそれぞれ示している。上記において、 $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  薄膜（青）、 $BaAl_{10}Si_2O_{15}:Eu$  薄膜（緑）および赤色フィルターを装着した  $ZnS:Mn$  薄膜（赤）のピーク波長は、それぞれ475nm、543nmおよび605nmである。なお、青と緑色のEL材料の発光は  $Eu^{2+}$  イオンの  $4f^6 5d \rightarrow 4f^7$  遷移に由来するものである。

【0020】また、青、緑、赤のEL材料の示す色度点は、それぞれ、CIE色度座標（x，y）軸上で（0.13，0.13）、（0.28，0.64）、（0.63，0.37）となり、図4に示すように、NTSC標準方式の定める値に近い色度点を得られ、フルカラーELディスプレイパネルとして使用することが十分に可能であることが判明した。また、同パネルを駆動する際には、青・緑色発光ELパネルと赤色発光ELパネルの2枚の基板を互いに独立に駆動することができ、さらに、上部パネルは、青色発光ELパネルと緑色発光ELパネルとで類似した2種類の発光材料を用いているため、容易に駆動可能である。

【0021】図5は、図2に示す方法で、電子ビーム照射時間および熱処理時間を変えて作製したEL材料の発光スペクトルを示している。このEL材料は、パネル作成後1000℃での高温熱処理により、多くの酸素に置換された  $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  薄膜が形成されていて、発光ピーク波長510nm（図5参照）の緑色発光（x，y）＝（0.31，0.54）が得られた。次に、マスクを移動して900℃で熱処理して、 $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  薄膜を形成した。これにより、同

一のターゲットを用いて、熱処理温度だけを変えることにより、青・緑発光成分を有する上部パネルを得ることができた。

【0022】以上の説明においては、得られた青色発光のEL材料として  $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  を、そして緑色発光のEL材料として  $BaAl_{10}Si_2O_{15}:Eu$  を使用するものとしたが、本発明で使用する青・緑色発光のEL材料を、一般に、 $MA_1Si_2O_{11}:RE$  で表したとき、元素Mは、上述のBaに代えてCa，Sr，Znを、また、ドーパントとしての希土類元素REをEuに代えてCeを用いることもできる。

【0023】また、青・緑色発光のEL薄膜の作製は、図2に基づいて説明した蒸着法に限られるものでなく、多元蒸着法、スパッタ法、レーザーアブレーション法、CVD法、ALE法などの成膜法を使用することができる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、2枚のELパネルを用いて駆動と製造を容易にすることにより、薄型でかつ高視認性のフルカラー薄膜ELディスプレイパネルを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明フルカラー薄膜ELディスプレイパネルの一実施形態の構造を示している。

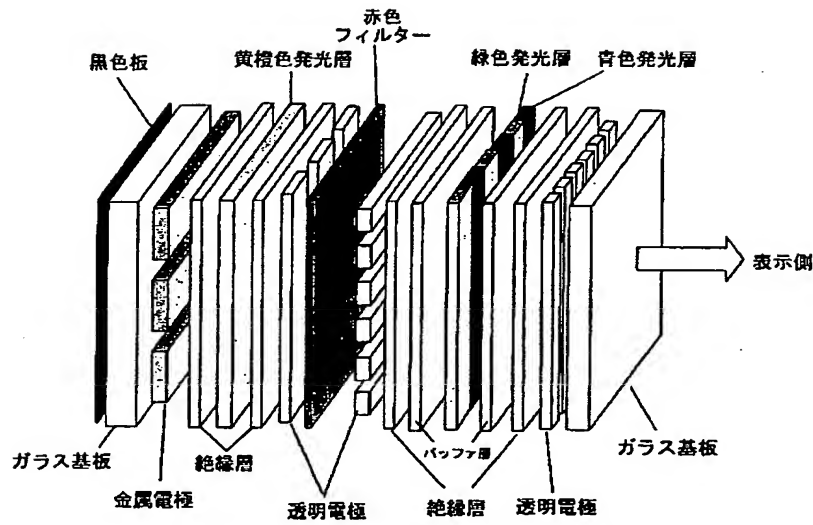
【図2】 上部パネルの青・緑色発光層の作製状況を概念的に示している。

【図3】  $BaAl_2Si_2O_{11}:Eu$  薄膜（青）、 $BaAl_{10}Si_2O_{15}:Eu$  薄膜（緑）および赤色フィルターを装着した  $ZnS:Mn$  薄膜（赤）の発光スペクトルをそれぞれ示している。

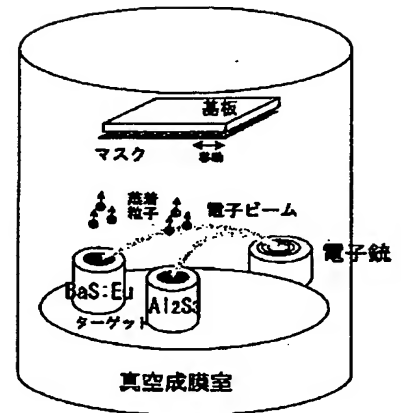
【図4】 図3に示す発光スペクトルの薄膜EL材料の色度点をCIE色度座標（x，y）軸上に示している。

【図5】 図2に示す方法で、電子ビーム照射時間および熱処理時間を変えて作製したEL材料の発光スペクトルを示している。

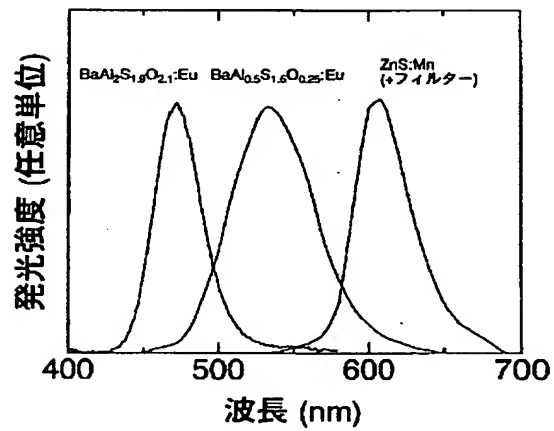
【図1】



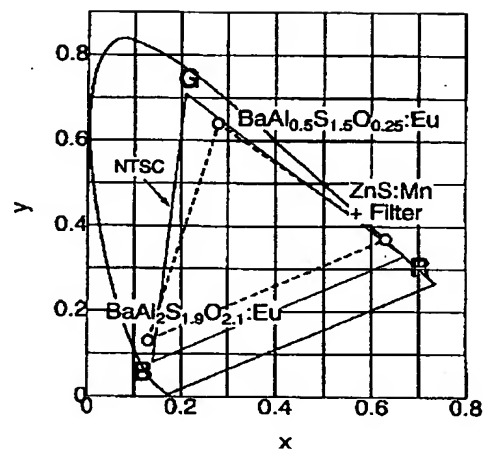
【図2】



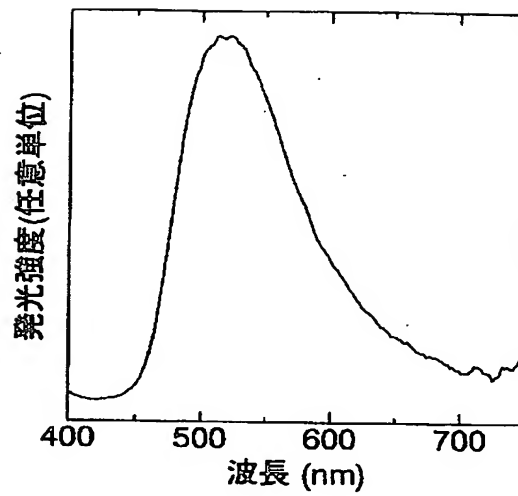
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 克	Fターム(参考)	3K007 AB04 AB17 AB18 BA05 BA06
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放		CA01 CB01 DA02 DA05 DA06
送協会 放送技術研究所内		DB01 DB02 DC02 DC04 EC04
(72)発明者 和泉 佳孝		FA01
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放	4K029	AA09 BA02 BA03 BA16 BA18
送協会 放送技術研究所内		BA32 BA50 BA51 BB02 BC07
(72)発明者 岡本 信治		CA01
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放	5C094	AA02 AA08 AA15 AA43 BA27
送協会 放送技術研究所内		CA19 CA24 DA01 DA03 DA13
		EA04 EA05 EB02 ED02 FA01
		FA02 FB02 GB10

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Laid-open Disclosure Public Patent Bulletin (A)

(11) Patent Application Laid-open Disclosure Number: 2001-267073 (P2001-267073A)

(43) Laid-open Disclosure Date: September 28, 2001

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	Domestic Classification	FI	Theme Code (reference)
H05B 33/12		H05B 33/12	C 3K007
			B 4K029
C23C 14/06		C23C 14/06	D 5C094
			K
G09F 9/30	365	G09F 9/30 365	Z

Request for Examination: Not made

Number of Claims: 3 OL (6 Pages in Total)

(21) Application No.: 2000-82200 (P2000-82200)

(22) Application Date: March 23, 2000

(71) Applicant: 000004352

Japan Broad Casting Corporation (NHK)

2-2-1 Jinnan Shibuya-ku, Tokyo

(72) Inventor: Isao TANAKA

c/o NHK Science & Technical Research Laboratories

1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo

(72) Inventor: Yoji INOUE

c/o NHK Science & Technical Research Laboratories

1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo

(74) Agent: Patent Attorney: Akihide SUGIMURA et al.

To be continued to the last page

---

(54) [Title of the Invention]

FULL COLOR THIN FILM ELECTROLUMINESCENT DISPLAY PANEL

(57) [Abstract]

[Problem] So far, a full color thin film EL display panel having a thin shape and high visibility has not existed.

[Means for Solving the Problem] To achieve a full color thin film EL display panel having a structure wherein a blue and green light-emitting EL panel, in which each of a blue light-emitting layer and a green light-emitting layer can be driven independently and respectively, and a substantial red light-emitting EL panel are stacked in order of the blue and green light-emitting EL panel and the substantial red light-emitting EL panel, from an image display side, and wherein a red color film which has a function of red color compensation and a function of electric insulation is inserted between both the EL panels.

[Scope of Claim]

[Claim 1] A full color thin film EL display panel wherein a blue and green light-emitting EL panel, in which each of a blue light-emitting layer and a green light-emitting layer can be driven independently and respectively, and a substantial red light-emitting EL panel are stacked in order of said blue and green light-emitting EL panel and said substantial red light-emitting EL panel, from an image display side, and wherein a red color film which has a function of red color compensation and a function of electric insulation is inserted between both said EL panels.

[Claim 2] A full color thin film EL display panel according to Claim 1, wherein an EL layer composing said blue and green light-emitting EL panel is formed by using a material shown by such composition formula as  $MAI_x S_y O_z$ : RE on a premise that said RE denotes rare-earth element, and a substance indicated by said M in said composition formula is an alkaline-earth element selected from a group of Ba, Ca and Sr or Zn.

[Claim 3] A full color thin film EL display panel according to Claim 2, wherein said rare-earth element RE is Eu or Ce.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]



[Technical Filed to which the Invention Pertains] The present invention relates to a thin film electroluminescent (EL) display panel displaying a full color image.

[0002]

[Related Art] EL materials emitting red light, green light and blue light are required to fabricate a full color thin film EL display panel. However, there has been no EL material emitting blue light of high color purity and high luminance so far. SrS: Ce is cited as a typical blue light-emitting material, however, there arises a problem in manufacturing because of deliquescence of SrS and a need for heating at least 1400°C to synthesize the SrS: Ce completely. In addition, a color compensation filter is required since the luminescent material emits blue-green light. On the other hand, previously proposed "Color by white" method obtains three primary colors of red light, green light and blue light by having a metal electrode (bottom electrode) on a glass substrate, forming a white light-emitting layer thereover, still forming an ITO transparent electrode which serves as an top electrode, and placing color filters patterned in red, green and blue.

[0003]

[Problem to be Solved by the Invention] Moreover, it is also proposed to use a thin film wherein SrS: Ce emitting blue-green light, and ZnS: Mn emitting yellow-orange light are stacked as a white light-emitting layer in elements. (See S. Tanaka, et al [sic] al., "White Light Emitting Thin-Film Electroluminescent Devices with SrS: Ce, Cl/ ZnS: Mn Double Phosphor Layers", Jpn. J. Appl. Phys. vol. 25, pp. L225-L227 [1986]). However, in this case, intensity of SrS: Ce emission in blue light emission spectral region is low around 460nm, which is required to get the same color purity as that of a cathode-ray-tube (CRT). Accordingly, it is difficult to obtain required luminance of red, green and blue.

[0004] Westeim Corporation in Canada proposed a method for making improvements on "Color by white" (See D. Seale and X. Wu, "Full Color Solid State EL Display", Proceedings of the Sixth International Display Workshops pp. 861-864 [1999]). In this method, an element in which a blue filter is attached to SrS: Ce is used as a blue element. As for a green element and a red element, elements in which green and red filters are attached respectively to (Zn, Mg)S: Mn exhibiting yellow emission with shorter wavelength than that of ZnS: Mn are used for a panel. Like a CRT and a liquid crystal

display device (LCD), light-emitting elements of red, green and blue are arranged in two-dimensional matrix (flat arrangement). In the company, a full color EL display panel is prototyped by employing this method, and the prototype has a display size of 8.5 inch in diagonal conjugate diameter, the number of pixels of  $320 \times 240$  (QVGA) and a luminance of at least  $150 \text{ cd/m}^2$ . However, this display panel has a problem in that control on an electroluminescent onset voltage for driving light-emitting materials each having different EL characteristics on the same scanning line is difficult, and spectrum in which full color is displayed is small because of insufficient color hues of blue and green.

[0005] To enhance resolution, a display panel having a double-substrate structure in which a blue EL substrate and a green and red EL substrate are combined is prototyped (See A. Kato, et al., "An RGB 8-Color EL Display in a Stacked Panel Configuration Using Infiltrated SrS: Ce", Proceedings of Asia Display '95 pp. 287-290 [1995]). In this method, the step of applying a red filter pigment on ZnS: Mn alone in a red and a green light-emitting panel is required to get red luminescence. Since two panels are bonded with silicon oil, short between the panels is likely to happen.

[0006] To solve the problems attributed to these light-emitting materials, alkaline-earth thioalminate shown by  $(\text{MS})_x (\text{Al}_2\text{S}_3)_y$ : RE (note that M denotes Ca, Sr or Ba, and RE denotes an rare-earth element) is proposed as a blue EL material (See Japanese published unexamined application, Hei 08-134440), a high-luminance blue EL material such as  $\text{BaAl}_2\text{S}_4$ : Eu is reported recently (See N. Miura, et al., "High-Luminance Blue-emitting  $\text{BaAl}_2\text{S}_4$ : Eu Thin-Film Electroluminescent Devices", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 38, pp. L1291-L1292 [1999]). However, it is very difficult to adapt these pure three-dimension synthesizes for industrial manufacture because it tends to contain a two-dimension synthesis, and its reproducibility is low.

[0007] In addition, it is not preferable to use a plurality of color compensation filters in consideration of efficiency and a manufacturing step for fabricating a high-luminance full color EL display panel. Particularly, as for a blue light-emitting element having an insufficient luminance, it is necessary to use high-luminance blue light-emitting material which can display an image without a filter.

[0008] Further, as a problem in a structure of a display panel, compared with a method of

arranging each red, green and blue EL element in a same plane, which is used in described "Color by white" method, a method in which three kinds of EL elements of red, green and blue are laminated in a single pixel three-layered lamination method) is more preferable for realizing a display panel with high resolution in that a pixel itself emits light in combination color. However, in consideration of practical pixel size and pixel density, there is a problem in that viewing angle is limited by color separation due to parallax.

[0009] An object of the present invention is solving described various problems and providing a full color thin film EL display panel having a thin shape and high visibility.

[0010]

[Means for Solving the Problem] To solve the problem above, in a full color thin film EL display panel of the present invention, a blue and green light-emitting EL panel, in which each blue light-emitting layer and a green light-emitting layer can be driven independently and respectively, and a substantial red light-emitting EL panel are stacked in order of the blue and green light-emitting EL panel and the substantial red light-emitting EL panel, from an image display side, and a red color film which has a function of red color compensation and a function of electric insulation is inserted between both the EL panels.

[0011] Moreover, in a full color thin film EL display panel of the present invention, an EL layer composing the blue and green light-emitting EL panel is formed by using a material shown by such composition formula as  $MAI_x S_y O_z$ : RE on the premise that the RE denotes a rare-earth element. In the composition formula, a substance indicated by the M is an alkaline-earth element selected from a group of Ba, Ca and Sr or Zn.

[0012] Further, in a full color thin film EL display panel of the present invention, the rare-earth element RE is Eu or Ce.

[0013]

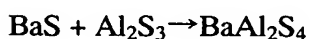
[Embodiment Mode of the Invention] Based on the embodiment mode of the present invention, the present invention is illustrated in detail with reference to figures attached below. FIG. 1 is a view showing a structure of an embodiment mode of a full color thin film EL display panel of the present invention. As described above, a thin film EL

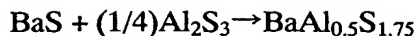
display panel according to the present invention has a double layer structure in which a blue and green light-emitting EL panel and a substantial red light-emitting EL panel are stacked (also referred to as double substrate method). With reference to FIG. 1, in viewing from the side where emitting output shown by an arrow is generated, a region from a rightmost glass substrate to a transparent electrode shown by laterally-long lattices is a blue and green light-emitting EL panel (also referred to as top panel), and a region from a red color filter to a leftmost black plate is a red light-emitting EL panel (also referred to as a bottom panel).

[0014] An yellow orange (substantial red) light-emitting layer (ZnS: Mn) interposed between insulating layers ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) is employed for a bottom panel, and a 0.1 mm red color film to which a red color filter pigment is applied is attached to the surface of the bottom panel (top panel side) for obtaining complete red light emission. A function as a protective layer is imparted to the red film as well for maintaining insulation from the top panel at the same time. Moreover, an element structure of the top panel is a double insulating structure wherein a blue and green light-emitting layer is interposed between buffer layers (ZnS), and then it is sandwiched with insulating layers ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ). At this time, ITO is used as a transparent electrode. Described light-emitting layers, buffer layers and insulating layers are formed by electron beam deposition.

[0015] FIG. 2 is a view schematically showing a step of fabricating the blue and green light-emitting layer (EL element) in the top panel. In forming a thin film, as shown in FIG. 2, by emitting an electron beam as high as 10keV to targets in a vacuum deposition chamber to heat the targets alone, then deposited particles are formed to conduct vapor deposition. A rare-earth element europium Eu is used as a dopant. For regulating a composition ratio of the thin film, an electron beam is irradiated to starter materials BaS: Eu and  $\text{Al}_2\text{S}_3$  alternately, and the emission time is regulated. According to this method, there is no electron beam emitted continuously to the starter materials. Therefore, deposition of a material having a very high vapor pressure such as sulphur S can be controlled.

[0016] As is clear from chemical reaction in the vacuum deposition chamber,





according to this method,  $\text{BaAl}_x\text{S}_y$  barium thioalminate of various composition ratio is fabricated as a base material by regulating the emitting time of an electron beam.

[0017] In the step, for patterning light-emitting layers in blue and green according to a position on a plane (See FIG. 1), after forming a blue light-emitting layer by using a mask, the mask on a substrate is moved to form a green light-emitting layer. In this case, a temperature of the substrate is 150°C. The light-emitting layers are coated with the buffer layer (ZnS) of the top panel, and then the light-emitting layers are applied under a thermal treatment in Ar + O<sub>2</sub> atmosphere to regulate an amount of oxygen which is replaced with sulfur S. After that, by conducting 2-minute thermal treatment at 900°C, a blue EL material  $\text{BaAl}_2\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu phosphor thin film and a green EL material  $\text{BaAl}_{0.5}\text{S}_{1.5}\text{O}_{0.25}$ : Eu thin film are fabricated.

[0018] A light-emitting layer of the bottom panel is subjected under a thermal treatment at 600°C in Ar + O<sub>2</sub> atmosphere. Since a full color thin film EL display panel has a structure separated into the top panel and the bottom panel in the present invention, the top panel and the bottom panel are driven independently. In addition, EL elements can be fabricated at greatly different a thermal treatment temperature in the top panel from in the bottom panel. Moreover, an optimal vapor deposition condition such as a thermal treatment can be found for respective panels. Further, in the bottom panel, an entire plane is red, so a step of patterning the filter in red, green and blue, which is necessary in conventional "Color by white" method is not required. It leads to simplify the manufacturing steps dramatically.

[0019] FIG. 3 shows emission spectra of ZnS: Mn thin film (red) to which a  $\text{BaAl}_2\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu thin film (blue), a  $\text{BaAl}_{0.5}\text{S}_{1.5}\text{O}_{0.25}$ : Eu thin film (green) and a red color filter are attached respectively. The peak wavelengths of the ZnS: Mn thin films (red) to which the  $\text{BaAl}_2\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu thin film (blue), the  $\text{BaAl}_{0.5}\text{S}_{1.5}\text{O}_{0.25}$ : Eu thin film (green) and the red color filter are attached are 475nm, 543nm and 605nm, respectively. Emissions of the blue and green materials are attributed to a  $4f^65d \rightarrow 4f^7$  transition of an  $\text{Eu}^{2+}$  ion.

[0020] In addition, each chromaticity of blue, green and red EL materials are (0.13, 0.13), (0.28, 0.64), (0.63, 0.37), in a CIE chromaticity coordinate (x, y coordinate).

Accordingly, as shown in FIG. 4, close chromaticity to an NTSC standard is obtained, and it is verified that the blue, the green and the red EL materials are sufficiently used for a full color EL display panel. Moreover, in driving the panel, two substrates of the blue and green color light-emitting EL panel and the red color light-emitting EL panel are independently driven. Further, the top panel is easily driven because similar two kinds of light-emitting materials are used for the blue light-emitting EL panel and the green light-emitting EL panel.

[0021] FIG. 5 shows an emission spectrum of an EL material fabricated by the processing method shown in FIG. 2 under different conditions of emitting time of an electron beam and time of a thermal treatment. In this EL material, after the panel is fabricated, a  $\text{BaAl}_2\text{SO}_3$ : Eu thin film, in which plurality of oxygen is replaced by a thermal treatment at a high temperature of  $1000^\circ\text{C}$ , is formed, and a green emission  $(x, y) = (0.31, 0.54)$  having a peak emission wavelength of 510 nm (See FIG. 5) is obtained. Then, a mask is moved to conduct a thermal treatment at  $900^\circ\text{C}$ , and a  $\text{BaAl}_{2.1}\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu thin film is formed. Accordingly, by using the same target and by making a change in a thermal treatment temperature alone, a top panel having a blue light-emitting element and a green light-emitting element is obtained.

[0022] In the description above,  $\text{BaAl}_{2.1}\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu, and  $\text{BaAl}_{0.5}\text{S}_{1.5}\text{O}_{0.25}$ : Eu are used for a blue light-emitting EL material and a green light-emitting EL material respectively. However, in the case that a blue EL material and a green EL material used in the present invention are indicated as  $\text{MAl}_x\text{S}_y\text{O}_z$ : RE, in general, Ca, Sr or Zn is used for an element M in place of the above Ba, and Ce is used for a rare-earth element RE as a dopant in place of Eu.

[0023] Moreover, a method for fabricating the blue and green light-emitting EL thin film is not limited to the vapor deposition described with reference to FIG. 2, and multi-source deposition, sputtering, laser ablation, CVD, ALE and the like can be used for deposition.

[0024]

[Effect of the Invention] According to the present invention, by using two EL panels to make the driving and the manufacturing step easier, a full color thin film EL display panel having a thin shape and a high visibility can be obtained.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A view showing a structure of an embodiment mode of a full color thin film EL display panel of the present invention

[FIG. 2] A view schematically showing fabrication of a blue light-emitting layer and a green light-emitting layer in a top panel

[FIG. 3] A graph showing light-emission spectra of a ZnS: Mn thin film (red) equipped with a  $\text{BaAl}_2\text{S}_{1.9}\text{O}_{2.1}$ : Eu thin film (blue), a  $\text{BaAl}_{0.5}\text{S}_{1.5}\text{O}_{0.25}$ : Eu thin film (green) and a red color filter, respectively

[FIG. 4] A CIE chromaticity coordinate graphics showing chromaticity of thin film EL materials having light-emission spectra shown by FIG. 3 on x-y coordinate

[FIG. 5] A graph showing a light-emission spectrum of an EL material fabricated under different conditions of emitting time of an electron beam and time of a thermal treatment

---

Continued from the front page

(72) Inventor: Katsu TANAKA

c/o NHK Science & Technical Research Laboratories  
1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo

(72) Inventor: Yoshitaka, IZUMI

c/o NHK Science & Technical Research Laboratories  
1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo

(72) Inventor: Shinji, OKAMOTO

c/o NHK Science & Technical Research Laboratories  
1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo

F term (reference)

3k007 AB04 AB17AB18 BA05 BA06  
CA01 CB01 DA02 DA05 DA06  
DB01 DB02 DC02 DC04 EC04  
FA01

AK029 AA09 BA02 BA03 BA16 BA18

BA32 BA50 BA51 BB02 BC07

CA01

5C094 AA02 AA08 AA15 AA43 BA27

CA19 CA24 DA01 DA03 DA13

EA04 EA05 EB02 ED02 FA01

FA02 FB02 GB10